

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl. 6
H04N 7/015(11) 공개번호 특1998-023744
(43) 공개일자 1998년07월06일(21) 출원번호 특1996-043244
(22) 출원일자 1996년09월30일(71) 출원인 대우전자 주식회사 배순훈
서울특별시 중구 남대문로5가 541
(72) 발명자 박영복
인천광역시 연수구 동춘동932 한양2차(아) 15동 402호
(74) 대리인 진천웅

심사청구: 있음

(54) 직교 주파수 분할 다중화 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치

요약

본 발명은 직교 주파수 분할 다중화 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치에 관한 것으로서, 본 발명의 장치는 수신된 신호를 입력받아 반송파 수 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력하는 제 1 지연부(10)와; 현재 수신된 신호와 상기 제 1 지연부(10)로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력하는 제 1 차이 계산부(20); 상기 제 1 차이 계산부(20)로부터 입력된 차이값들을 누적해서 더하는 누산부(30); 상기 누산부(30)로부터의 누산 신호를 보호 구간의 크기 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력하는 제 2 지연부(40); 상기 누산부(30)로부터의 누산 신호와 상기 제 2 지연부(40)로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력하는 제 2 차이 계산부(50); 상기 제 2 차이 계산부(50)로부터의 차이값을 입력받아 심볼 동기 여부를 판단한 후, 동기가 맞은 경우 심볼 동기 신호를 출력하는 심볼 동기 결정부(60)로 구성되어 있으며, 상기 본 발명에 따르면 이미 설정된 심볼의 반송파 수와 보호 구간의 크기를 가지고 수신된 심볼을 비교하여 심볼 동기를 초기에 간단하게 검출해내므로써 OFDM 전송 시스템의 초기 동기 설정에 매우 중요한 역할을 할 수 있다.

대표도

도4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 직교 주파수 분할 다중화 전송 시스템(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM)의 변조 원리를 설명하기 위한 개념도,

도 2 는 OFDM 변조기의 블록선도,

도 3a 는 OFDM 이 적용된 신호의 시간 영역 변화를 나타낸 도면,

도 3b 는 OFDM 이 적용된 신호의 주파수 영역 변화를 나타낸 도면,

도 3c 는 OFDM 시스템의 전송 단위 심볼에 대한 포맷도,

도 4 는 본 발명에 따른 OFDM 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치에 대한 구성 블록도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 ... 제 1 지연부 20 ... 제 1 차이 계산부

30 ... 누산부 40 ... 제 2 지연부

50 ... 제 2 차이 계산부 60 ... 심볼 동기 결정부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 배경기술

본 발명은 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 이하, OFDM 이라 한다.)시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치에 관한 것으로서, 특히 다중 반송파를 이용한 디지털 변조 방식의 OFDM 수신 시스템에서 이미 설정된 심볼의 반송파(carrier) 수와 보호 구간(GI: Guard Interval)의 크기를 가지고 수신된 심볼을 비교함으로써 심볼 동기를 초기에 간단하게 검출하도록 되어진 심볼 동기 장치에 관한 것이다.

일반적으로 디지털 고화질 텔레비전(High Definition TeleVision:이하, HDTV 라 한다.)의 방송 시스템은 크게 영상 부호화부와 변조부로 나눌 수 있다. 영상 부호화부에서는 고화질의 영상 소스로부터 얻어지는 약 1Gbps 의 디지털 데이터를 15~18Mbps 의 데이터로 압축시키는 기능을 하며, 변조부에서는 수십 Mbps 의 디지털 데이터를 6~8MHz 의 제한된 대역 채널을 통하여 수신측으로 전송하는 기능을 한다.

현재 디지털 방식의 HDTV 방송은 기존의 TV 방송용으로 할당된 VHF/ UHF 대의 채널을 이용하는 지상 동시 방송 방식을 채택하고 있다. 그러므로, HDTV 시스템에 사용되는 변조기법은 지상 동시 방송의 환경으로 인하여 다음의 조건들을 만족하여야 한다. 첫째, 수십 Mbps 의 디지털 데이터를 6~8MHz 의 제한된 대역 채널을 통하여 수신측으로 전송하여야 하므로 대역 효율(spectrum efficiency)이 높아야 한다. 둘째, 지상 방송에서는 주변 건축물이나 구조물 등에 의하여 다경로 페이딩(multipath fading)이 발생하므로, 페이딩에 강인한 특성을 가져야 한다. 그리고 셋째, 지상 동시 방송 방식에서는 기존의 아날로그 TV 신호에 의한 동일 채널 간섭이 필연적으로 발생하므로 동일 채널 간섭에도 강인한 특성을 가져야 한다. 또한 이와 동시에 HDTV 시스템의 디지털 변조 신호는 기존의 아날로그 TV 수신기에 간섭을 최소화 할 수 있어야 한다.

상기와 같은 조건을 충족시키는 변조 기법으로는 직교 진폭 변조(Quadrature Amplitude Modulation: 이하, QAM 이라 한다.)와 잔류 측파대 변조(Vestigial Side Band: 이하, VSB 라 한다.) 등이 있는데, 지상 방송에서는 QAM 과 VSB 의 다치화가 이미 한계에 와 있다. 여기서 전송 속도는 거의 결정되어 버리며, 같은 다치수에서도 심볼 전송 속도를 올리면 그 대역폭의 전송 속도는 향상된다. 그렇다고 해서 16 치/32 치 QAM 과 4 치 VSB 의 심볼 전송 속도를 현재 이상으로 끌어 올리면 제 2 영상과 다중 경로의 간섭에 의한 방해가 심하게 된다. 특히, 고층 빌딩이 난립하는 시가지에서 더욱 심각하다.

따라서, 유럽에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 대역폭당의 전송 속도 향상과 간섭 방지의 이중효과를 얻을 수 있는 디지털 변조 방식의 OFDM 방식을 차세대 고화질 텔레비전의 지상 방송에 채택하였다.

OFDM 방식은 직렬 형태로 입력되는 심볼열을 N 블록 단위의 병렬 데이터로 변환한 후 병렬화된 심볼들을 각기 상이한 반송파 주파수로 멀티플렉싱하는 방식인데, 이러한 OFDM 방식은 다중 반송파를 이용한 방식으로, 기존의 단일 반송파에 의한 방식과는 상당한 차이를 가지고 있다. 다중 반송파는 반송파 상호간에 서로 직교성을 가지는데, 여기서 직교성이라는 것은 두 반송파의 곱이 0 이 되는 성질을 의미하며, 이는 다중 반송파를 사용할 수 있는 필요조건이 된다. OFDM 방식의 구현은 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform: 이하, FFT 라 한다.) 및 역 고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform: 이하, IFFT 라 한다.)에 의하여 이루어지는데, 이는 반송파 간의 직교성과 FFT 의 정의에 의해 간단히 구해진다.

이어서, OFDM 방식의 장점을 살펴보면 다음과 같다.

텔레비전 지상 전송 방식은 반사파 및 동일 채널 간섭, 인접 채널 간섭등이 전송 품질을 좌우하는 채널 특성을 가지며 이에 따라 전송 시스템의 설계 조건이 매우 까다롭다. OFDM 은 그 특성이 다중 경로에 강한 특성을 갖는다. 즉, 여러 반송파를 사용함으로써 심볼 전송 시간을 늘릴 수 있고 이는 다중 경로에 의한 간섭 신호에 상대적으로 둔감하게 되어 긴 시간의 에코 신호(echo)에 대해서도 성능의 저하가 적다. 또한 기존에 존재하는 신호에 대해서도 강한 성질을 가지므로 동일 채널 간섭에 대한 영향이 적다. 이러한 특성 때문에 단일 주파수 망(Single Frequency Network: 이하, SFN 이라 한다.)을 구성할 수 있다. 여기서, SFN 이란 하나의 방송이 전국을 하나의 주파수로 방송하는 것을 의미한다. 이로 인해 동일 채널 간섭이 매우 심해지게 되는데 OFDM 이 이러한 환경에 강하기 때문에 이를 이용할 수 있는 것이다. 이와 같이 SFN을 하면 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용할 수 있게 된다.

한편, OFDM 신호는 다중 반송파로 구성되어 있고 각각의 반송파는 매우 작은 대역을 가진다. 따라서, 전체적인 스펙트럼 모양은 거의 사각형을 가지기 때문에 단일 반송파보다 상대적으로 주파수 효율이 좋아지게 된다.

또 다른 장점을 살펴보면, OFDM 신호의 파형이 백색 가우시안 잡음(White Gaussian Noise)과 같기 때문에 OFDM 신호에서 다른 서비스(PAL 또는 SECAM 방식)로의 간섭이 적으며, OFDM 방식에서는 각 반송파마다 변조 방식을 다르게 할 수 있어서 계층적 전송이 가능하다.

최근 상기와 같은 장점을 지닌 디지털 변조 방식의 OFDM 방식을 유럽에서는 고화질 텔레비전의 지상 방송에 채택하여 사양을 정하고 있는 단계이며, 이러한 단계에서 고려해야 할 점중에 하나는 송신측에서 전송된 심볼의 동기를 OFDM 시스템의 수신측에서 초기에 간단하고 정확하게 검출할 장치가 요구된다는 것이다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기와 같은 요구를 충족시키기 위해 안출된 것으로서, 다중 반송파를 이용한 디지털 변조 방식의 OFDM 수신 시

시스템에서 이미 설정된 심볼의 반송파 수와 보호 구간의 크기를 가지고 수신된 심볼을 비교함으로써 심볼 동기를 초기에 간단하게 검출하도록 되어진 OFDM 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 OFDM 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치는, 수신된 신호를 입력받아 반송파 수 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력하는 제 1 지연부와; 현재 수신된 신호와 상기 제 1 지연부로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력하는 제 1 차이 계산부; 상기 제 1 차이 계산부로부터 입력된 차이값들을 누적해서 더하는 누산부; 상기 누산부로부터의 누산 신호를 보호 구간의 크기 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력하는 제 2 지연부; 상기 누산부로부터의 누산 신호와 상기 제 2 지연부로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력하는 제 2 차이 계산부; 상기 제 2 차이 계산부로부터의 차이값을 입력받아 심볼 동기 여부를 판단한 후, 동기가 맞은 경우 심볼 동기 신호를 출력하는 심볼 동기 결정부로 구성된 것을 특징으로 한다.

상기 본 발명에 따르면 이미 설정된 심볼의 반송파 수와 보호 구간의 크기를 이용하여 수신된 심볼을 비교함으로써 심볼 동기를 초기에 간단하게 검출해낼 수 있다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 이해를 돕기 위해 OFDM 방식에 대해 살펴보면 다음과 같다.

도 1 은 OFDM 의 변조 원리를 설명하기 위한 개념도로서, 직병렬 변환부(1), IFFT(2) 및 보호구간 설정부(3)로 나눌 수 있다. N 은 반송파 수를 나타낸다. 송신 데이터가 직렬로 입력되면 직병렬 변환부(1)에서는 병렬 데이터로 변환되며, 상기 병렬 데이터는 IFFT (2) 로 입력되어 역 푸리에 변환이 수행되고, 상기 역 푸리에 변환 신호는 보호구간 설정부(3)에 입력되어 보호 구간(Guard interval) 이 설정된다.

OFDM 전송 시스템에서는 연속되는 심볼들 사이에 보호 구간을 삽입하여 전송함으로써 이 보호 구간보다 짧은 다중 경로에 의한 심볼 간 간섭(intersymbol interference)을 제거할 수 있다. 이처럼 보호 구간을 삽입하여 사용할 수 있는 이유는 OFDM 방식에서 사용되는 여러개의 반송파로 인해 심볼의 전송 시간이 길어지기 때문이다.

상기 보호 구간 설정부(3)에서 보호 구간이 설정된 후, OFDM 변조 신호는 출력하게 된다.

도 2 는 OFDM 변조기의 블록선도로서, OFDM 변조의 기본 이론은 서로 직교하는 협대역의 신호를 합해서 보내는 것으로 시간 영역에서 살펴보면 하나의 신호와 같이 보인다. 각 단위 반송파에 복소 QAM 신호를 주기 위해 T

T_s 길이의 직렬 데이터를 N 개의 신호로 시간 영역에서 나눈다. 각각의 신호는 하나의 복소 신호를 형성하여 각 반송파에 의하여 변조된다.

도 2 를 참조하면, QAM 변조시 직렬로 입력된 각 복소 심볼 a_i 가 N 단으로 병렬화되어 서로 수직인 신호에 곱해져서 다음 수학식 1 과 같은 합산 신호가 된다.

[수학식 1]

$$C(kT_A) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i * e^{j2\pi f_i kT_A}$$

여기서, T_A 는 복소 반송파의 샘플링 주기이다. 만일 반송파 신호가 서로 직교성을 갖는다면 다음 수학식 2 가 만족된다.

[수학식 2]

$$f_i = i/T_s$$

따라서, 이를 고려하면 합산 신호는 다음 수학식 3 과 같다.

[수학식 3]

$$C(kT_A) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i * e^{j2\pi i k T_s / T_A}$$

합산된 심볼 길이 T_s 와 샘플링 주기 T_A 가 다음 수학식 4 의 조건을 만족하도록 선택한다.

[수학식 4]

$$T_A = T_s / N$$

따라서, 최종적으로 다음 수학식 5 의 합산 신호를 얻는다.

[수학식 5]

$$C(kT_A) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i * e^{j2\pi i k/N}$$

상기 수식식 5 를 살펴보면 N 포인트 IFFT와 같은 수식임을 알 수 있다. 따라서, OFDM 변조는 IFFT에 의해 간단히 구현될 수 있다.

도 3 은 OFDM 이 적용된 신호의 시간 영역 변화를 나타낸 도면으로서, OFDM 신호를 시간 영역에서 살펴보면 단일 반송파로 보내는 N 개의 신호를 N 개의 반송파에 실어서 한꺼번에 보내기 때문에 각 심볼의 전송 시간은 부반송파(Subcarrier)의 총 수(N)만큼 늘어나게 된다. 이런 심볼 시간의 증가는 다중 경로에 강하게 되는 성질을 가지나 N 개의 반송파를 사용해야 하므로 하드웨어 구현이 어렵게 된다. 그러나, 앞에서도 살펴 보았듯이 이런 다중 반송파의 구현을 FFT 를 사용하여 간단히 구현할 수 있기 때문에 많이 사용하게 된다.

도 4 는 OFDM 이 적용된 신호의 주파수 영역 변화를 나타낸 도면으로서, OFDM 신호를 주파수 영역에서 살펴보면 각각의 반송파 성분들이 합해져서 평활한 주파수 특성을 보이며, 측대역에서는 매우 날카로운 특성을 나타낸다. 이를 살펴보면 주어진 대역을 전송에 효율적으로 이용하고 있음을 알 수 있다.

도 5 는 OFDM 시스템의 전송 단위 심볼에 대한 포맷도로서, OFDM 시스템의 단위 심볼은 도 5 에 도시된 바와 같이 보호구간(Guard Interval)과 유효 데이터(Useful data)로 구성되어 있다. 유럽 디지털 지상 방송 시스템에서 기본 스펙으로 정한 2K FFT(FFT 사이즈: 2048)를 기준으로 할 때, 유효 데이터의 크기는 2048 이 되고 보호구간의 크기는 2K FFT 사이즈의 1/4 정도인 512 가 된다. 즉, 보호구간은 유효 데이터의 마지막 부분인 1536 번째 데이터부터 2047 번째 데이터(즉, 512 사이즈)를 복사한 것이며, 이러한 보호구간은 유효 데이터의 앞부분에 삽입된다.

도 6 은 발명에 따른 OFDM 전송 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치에 대한 구성 블록도로서, 본 발명의 초기 심볼 동기 검출 장치는 제 1 지연부(10)와; 제 1 차이 계산부(20); 누산부(30); 제 2 지연부(40); 제 2 차이 계산부(50); 및 심볼 동기 결정부(60)로 구성되어 있다.

상기 제 1 지연부(10)에서는 수신된 신호를 입력받아 반송파 수 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력한다.

상기 제 1 차이 계산부(20)에서는 현재 수신된 신호와 상기 제 1 지연부(10)로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력한다.

상기 누산부(30)에서는 상기 제 1 차이 계산부(20)로부터 입력된 차이값들을 누적해서 더한다.

상기 제 2 지연부(40)에서는 상기 누산부(30)로부터의 누산 신호를 보호 구간의 크기 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력한다.

상기 제 2 차이 계산부(50)에서는 상기 누산부(30)로부터의 누산 신호와 상기 제 2 지연부(40)로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력한다.

상기 심볼 동기 결정부(60)에서는 상기 제 2 차이 계산부(50)로부터의 차이값을 입력받아 심볼 동기 여부를 판단한 후, 동기가 맞은 경우에는 심볼 동기 신호를 출력한다.

이어서, 상기와 같이 구성되는 본 발명의 실시예에 대한 동작과 효과를 살펴보면 다음과 같다.

본 발명에서는 전송 반송파 수를 2048 개 즉, 유럽 디지털 지상 방송 시스템에서 기본 스펙으로 정한 2K FFT 또는 8K FFT 중에서 2K FFT 를 기본으로 하여 설명하고, 보호 구간의 크기는 상기 FFT 사이즈의 1/4, 1/8, 1/16 크기 중에서 1/4 크기를 선택하여 즉, 보호 구간의 크기가 512 인 것을 기준으로 하여 설명하기로 한다.

도 6 을 참조하면, 수신된 신호는 제 1 지연부(10)와 제 1 차이 계산부(20)로 입력된다.

상기 수신된 신호가 제 1 지연부(10)로 입력되면 반송파의 수인 2048 개 만큼 지연시킨 후, 제 1 지연 신호를 제 1 차이 계산부(20)로 출력한다.

상기 수신된 신호와 상기 제 1 지연 신호가 제 1 차이 계산부(20)로 입력되면, 상기 수신된 신호에서 상기 제 1 지연 신호를 감산한 후, 절대값을 취하여 제 1 차이 계산 신호를 누산부(30)로 출력한다. 이때 제 1 차이 계산 신호는 양수 값을 갖는다.

상기 수신된 신호가 유효 데이터의 1536~2047 부분에 해당하면 즉, 보호 구간의 데이터와 같은 데이터를 갖는 유효 데이터의 영역이면 상기 제 1 차이 계산부(20)의 출력은 단지 채널상에 발생한 오류만을 포함한다. 만약, 상기 수신된 신호가 유효 데이터의 1536~2047 부분에 해당하지 않으면 상기 제 1 차이 계산부(20)의 출력은 큰 값을 갖게 되는데, 이 값은 데이터의 랜덤화에 의존하는 값으로서, 채널 에러에 의한 값보다 훨씬 큰 값이다.

상기 제 1 차이 계산 신호가 누산부(30)로 입력되면 누적하여 가산한 후, 누산 신호를 제 2 지연부(40)와 제 2 차이 계산부(50)로 출력한다.

상기 누산 신호가 제 2 지연부(40)로 입력되면 보호 구간의 크기 즉, 반송파 수인 2048 의 1/4 에 해당하는 512 만큼 지연시킨 후, 제 2 지연 신호를 제 2 차이 계산부(50)로 출력한다.

상기 누산 신호와 상기 제 2 지연 신호가 제 2 차이 계산부(50)로 입력되면, 상기 누산 신호와 상기 제 2 지연 신호의 차이를 절대치

로 구하여 제 2 차이 계산 신호를 심볼 동기 결정부(60)로 출력하는데, 상기 제 2 차이 계산 신호가 심볼 동기 부분에 해당될 때에는 거의 0 으로 나타난다.

따라서, 상기 제 2 차이 계산 신호가 심볼 동기 결정부(60)로 입력되면 상기 제 2 차이 계산부와 심볼 동기 결정부(60)에 미리 정해진 값들과 비교하여 동기 여부를 결정하는데, 이처럼 동기 여부를 결정할 수 있는 근거는 도 5 에 도시된 바와 같이 OFDM 시스템의 전송 단위 심볼에 대한 규격을 이미 알고 있다는 것이다.

상기 비교 결과, 동기가 맞은 경우에는 심볼 동기 신호를 출력한다. 이때 상기 심볼 동기 신호는 윗단 FFT (도시하지 않음)의 동기 신호로 사용된다.

발명의 효과

이상에서 서술한 바와 같이 본 발명에 따르면 이미 설정된 심볼의 반송파 수와 보호 구간의 크기를 가지고 수신된 심볼을 비교하여 심볼 동기를 초기에 간단하게 검출해내므로써 OFDM 전송 시스템의 초기 동기 설정에 매우 중요한 역할을한다는 데 그 효과가 있다.

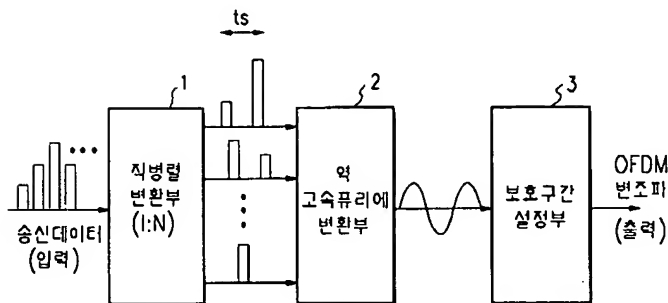
(57)청구의 범위

청구항1

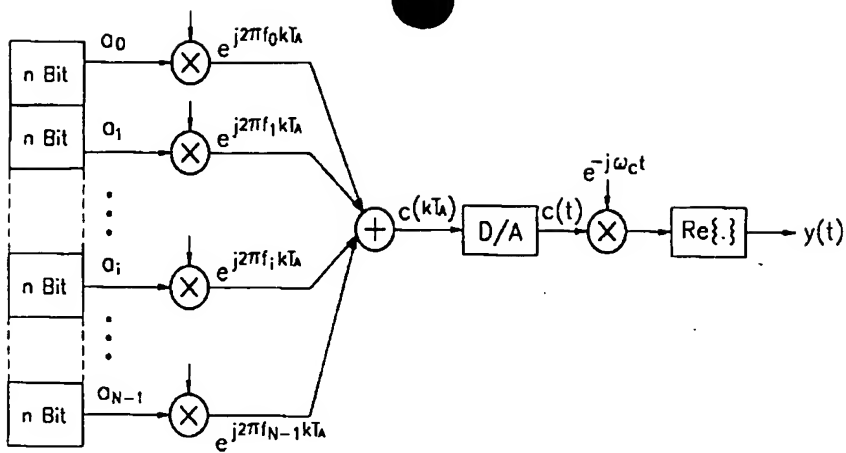
수신된 신호를 입력받아 반송파 수 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력하는 제 1 지연부(10)와; 현재 수신된 신호와 상기 제 1 지연부(10)로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력하는 제 1 차이 계산부(20); 상기 제 1 차이 계산부(20)로부터 입력된 차이값들을 누적해서 더하는 누산부(30); 상기 누산부(30)로부터의 누산 신호를 보호 구간의 크기 만큼 지연시킨 후, 그 지연된 신호를 출력하는 제 2 지연부(40); 상기 누산부(30)로부터의 누산 신호와 상기 제 2 지연부(40)로부터의 지연 신호를 입력받아 두 신호를 비교한 후, 그 차이값을 출력하는 제 2 차이 계산부(50); 상기 제 2 차이 계산부(50)로부터의 차이값을 입력받아 심볼 동기 여부를 판단한 후, 동기가 맞은 경우 심볼 동기 신호를 출력하는 심볼 동기 결정부(60)로 구성된 직교 주파수 분할 다중화 시스템의 초기 심볼 동기 검출 장치.

도면

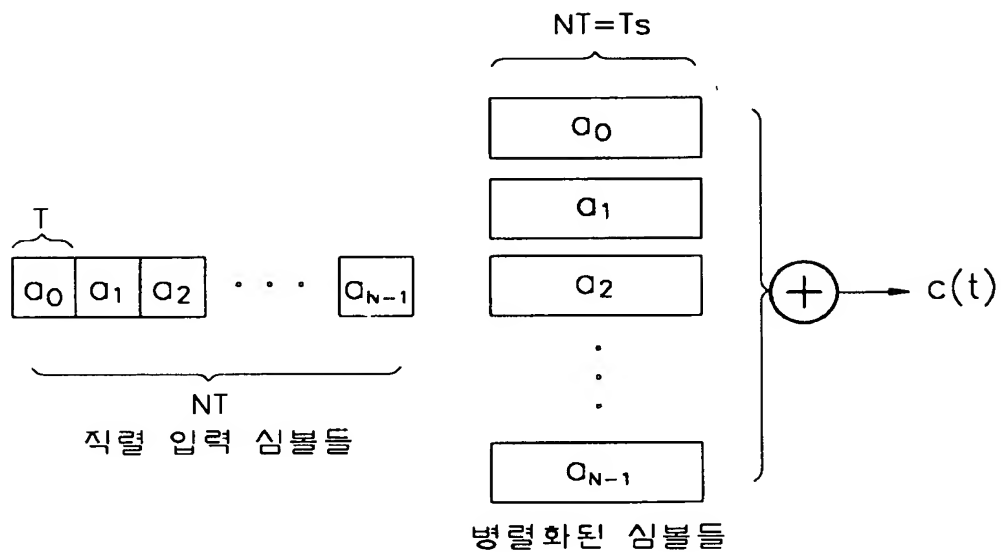
도면1



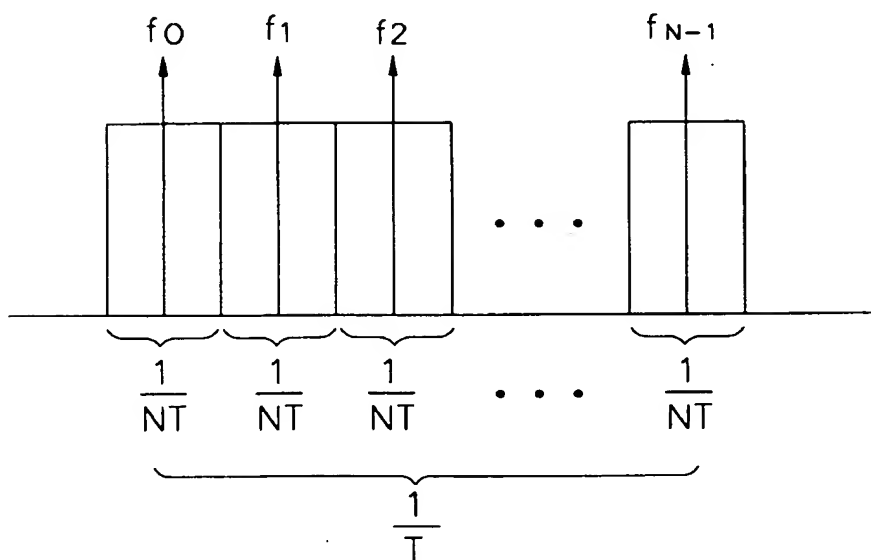
도면2



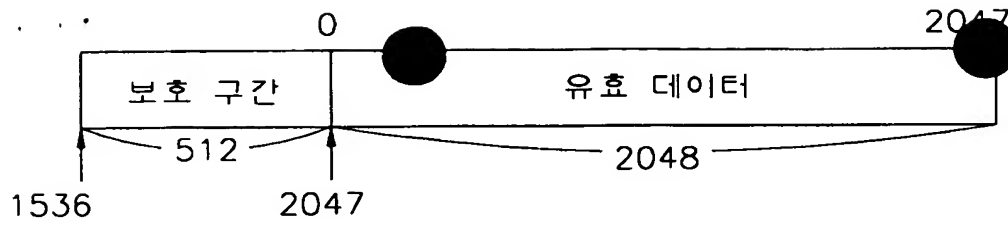
도면3a



도면3b



도면3c



도면4

